

## Magnetic field sensor

**Patent number:** DE4418151  
**Publication date:** 1994-12-01  
**Inventor:** BUSCH NICHOLAS F (US); SCHOENING DANNY R (US); WU MIEN T (US)  
**Applicant:** HONEYWELL INC (US)  
**Classification:**  
- international: G01R33/12; G01R33/06; G01B7/00; G01P3/488  
- european: G01P3/488; G01R33/06  
**Application number:** DE19944418151 19940525  
**Priority number(s):** US19930068360 19930527

**Also published as:**



JP6347526 (A)

**Report a data error here**

### Abstract of **DE4418151**

A magnetic field sensor has a permanent magnet (20) and a magnetic-field-sensitive component (24), the component being arranged in the vicinity of a side face (28) of the permanent magnet and one axis (26) extending perpendicularly to the sensor plane of the component (24). The axis (26) is parallel to an axis (22) which extends along the magnetisation direction (M) of the permanent magnet (20) and through its end (Fig. 2).

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**



②① Aktenzeichen: P 44 18 151.5  
②② Anmeldetag: 25. 5. 94  
②③ Offenlegungstag: 1. 12. 94

③③ Unionspriorität: ③② ③③ ③①

27.05.93 US 068360

⑦① Anmelder:

Honeywell Inc., Minneapolis, Minn., US

⑦④ Vertreter:

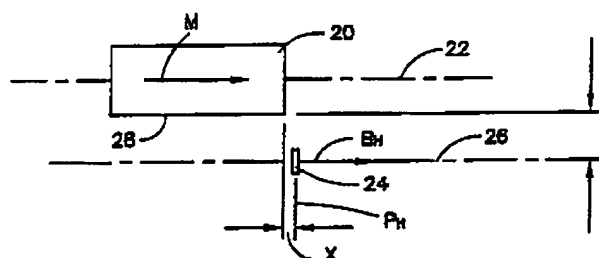
Rentzsch, H., Dipl.-Ing., Pat.-Ass.; Herzbach, D.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 63067 Offenbach

⑦② Erfinder:

Busch, Nicholas F., Freeport, Ill., US; Schoening,  
Danny R., Freeport, Ill., US; Wu, Mien T., Madison,  
Wis., US

⑤④ Magnetfeldsensor

⑤⑦ Ein Magnetfeldsensor weist einen Permanentmagneten (20) und eine magnetfeldempfindliche Komponente (24) auf, wobei die Komponente in der Nähe einer Seitenfläche (28) des Permanentmagneten angeordnet ist und wobei sich eine Achse (26) senkrecht zu der Sensorebene der Komponente (24) erstreckt. Die Achse (26) ist parallel zu einer Achse (22), die sich entlang der Magnetisierungsrichtung (M) des Permanentmagneten (20) und durch sein Ende erstreckt (Fig. 2).



## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf einen Magnetfeldsensor und insbesondere auf einen Magnetfeldsensor mit einem Halleffekt-Element.

Dem Fachmann sind verschiedene Arten von Magnetfeldsensoren bekannt. Obgleich die Sensoren magnetisch empfindliche Komponenten umfassen können, die Permalloymaterial oder andere Einrichtungen verwenden, umfaßt ein speziell bekannter Typ von Magnetfeldsensor ein Halleffekt-Element. Viele Arten von Magnetfeldsensoren verwenden einen Permanentmagneten, um ein Vorspannungsfeld vorzugeben, dessen Form durch die Gegenwart eines magnetisch permeablen Materials in der Nähe des Magnetfeldsensors beeinflußt wird. In Anwendungsfällen dieser Art wird eine magnetisch empfindliche Komponente in der Nähe eines Permanentmagneten angeordnet, um einen Teil des magnetischen Feldes zu veranlassen, sich durch die magnetisch empfindliche Komponente zu erstrecken und um eine hinreichende Magnetfeldstärke vorzugeben, um die magnetisch empfindliche Komponente zur Ausgabe eines Ausgangssignales zu veranlassen. Wenn ein magnetisch permeables Material in die Nähe des Sensors bewegt wird, so wird das magnetische Feld gestört und seine Auswirkung auf die magnetisch empfindliche Komponente verändert. Diese Veränderung kann festgestellt werden durch Überwachung der Veränderung in dem Ausgangssignal der magnetisch empfindlichen Komponente.

In der US-A-4 745 363 ist ein direkt gekoppelter Getriebezahnfühler ohne Vorzugsausrichtung beschrieben, der ein Hallelement verwendet. Der Getriebezahnfühler umfaßt einen einzelnen Magneten und ein direkt gekoppeltes Hallelement auf einem integrierten Schaltkreis, um die Gegenwart oder die Abwesenheit des Getriebezahnes in einer Detektorzone des Sensors festzustellen. Der Sensor beinhaltet Techniken für die Flußsteuerung und die Flußumkehrung, unabhängig von der Ausrichtung des Sensors mit dem Ziel, den Betriebs- bzw. Auslösepunkt eines Hallschalters, einer Verriegelung oder einer anderen Einrichtung zu überwinden. Die Verwendung von beabstandeten und versetzten Flußkonzentratoren gibt eine empfindliche Einrichtung mit günstigen Toleranzen bezüglich der Temperatur und des Luftspaltes vor.

Die US-A-4 587 509 zeigt eine Halleffekt-Einrichtung mit überlappenden Flußkonzentratoren. Die Einrichtung dient dem Ansprechen auf schwache magnetische Felder durch Verwendung eines kleinen Chips aus Galliumarsenid, der zwischen den überlappenden Enden der beiden Flußkonzentratoren angeordnet ist. Der Abstand zwischen den Konzentratoren kann bis zu 95 µm klein sein. Die Flußkonzentratoren, die dazu dienen, die Empfindlichkeit der Einrichtung zu verbessern, bestehen aus amorphem magnetischem Material, wie beispielsweise metallischem Glas, welches eine hohe Permeabilität besitzt.

In der US-A-4 524 932 ist ein Raddetektor für einen Eisenbahnwagen beschrieben, welcher ein Halleffekt-Element verwendet. Das Halleffekt-Element ist in einem integrierten Schaltkreis mit Temperaturkompensation, Spannungsregelung und Verstärkung enthalten. Es ist auf einem Permanentmagneten angeordnet, der aus keramischem Material besteht, wobei die kritische Hallachse auf die Magnetpolachsen ausgerichtet ist. Um eine Sättigung des Hallelementes zu vermeiden, ist es in einer von Pol zu Pol verlaufenden Bohrung in dem Ma-

gneten angeordnet, wodurch ein Raum ohne Fluß gebildet wird. Der Permanentmagnet und das Hallelement sind auf der Schiene in einem vorbestimmten Abstand von der Oberseite angeordnet, so daß der Flansch des vorbeilaufenden Rades den Luftspalt zwischen dem Magneten und der Schiene ausfüllt, durch den der Hauptanteil des magnetischen Flusses fließt.

Die US-A-4 481 469 zeigt einen Drehgeschwindigkeitssensor mit einem Hallgenerator, der auf Tangentialkomponenten eines magnetischen Feldes anspricht. Der Sensor wird verwendet, um die Drehgeschwindigkeit eines Zahnelementes, beispielsweise von dem Anlasser einer Brennkraftmaschine festzustellen. Ein von einem magnetischen Feld abhängiger Sensor, wie beispielsweise ein Hallgenerator oder ein Dünnschichtmagnetfeldwiderstandssensor vom Permalloytyp ist angeordnet, um auf die tangentielle Komponente des magnetischen Feldes zu reagieren und hierbei Verschiebungen um die Null- bzw. Mittellinie zu eliminieren, um die die Feldstärke schwankt, wenn die Scheibe rotiert, um eine schnelle Auswertung des Ausgangssignales des Sensors durch einen Schwellwertschaltkreis zu gestatten.

In der US-A-4 293 814 ist ein Positionssensor für eine Kurbelwelle beschrieben, welcher stabile zyklische Ausgangssignale ohne Berücksichtigung der Spitzenveränderungen in den Sensorsignalen vorgibt. Ein Verstärkerschaltkreis zur Verwendung mit Halleffekt-Einrichtungen und anderen Arten von Sensoren ist vorgesehen, wobei der Schaltkreis durch den zyklischen Signaleingang des Sensors vorbereitet wird und einen Schwellwertpegel, basierend auf dem Eingangssignal des Sensors setzt. Das Ausgangssignal des Schaltkreises ist eine Spannungsnachbildung des Eingangssignales, wobei es aber modifiziert ist, um vorbestimmte und konstante hohe und niedrige Spitzenwerte ohne Berücksichtigung der Spitzenwertänderungen des zyklischen Eingangssignales aufzuweisen.

Die US-A-3 750 068 zeigt eine magnetische Betätigungsanordnung für eine magnetfeldempfindliche Einrichtung, die ein Paar von gegenüberliegenden Magneten aufweist. Die Magnete sind parallel beabstandet, um die Einrichtung in einem Luftspalt dazwischen aufzunehmen, wobei jeder Magnet ein gegenüberliegendes Paar von magnetischen Polen aufweist, die von entgegengesetzter Polarität im Hinblick auf den benachbarten Pol des anderen Magneten sind.

Die US-A-4 518 918 zeigt einen ferromagnetischen Gegenstandsdetektor mit doppelten Hallsensoren. Zwei identische integrierte Schaltkreischips sind an einem Pol eines Magneten angeordnet und jeder Chip umfaßt ein Hallelement gefolgt von einem Verstärker. Ein Komparator ist an die Ausgänge der integrierten Schaltkreischips angeschlossen, um eine Spannung zu erzeugen, die direkt auf die Differenz zwischen den magnetischen Feldstärken an den zwei integrierten Schaltkreischips bezogen ist, die von einem ferromagnetischen Artikel herrühren, der dem einen Chip näher als dem anderen ist.

In einem Aufsatz mit dem Titel "Geometric Optimization of Controlled Collapse Interconnections" von L. S. Goldmann, der im Mai 1969 in dem IBM Journal of Research and Development erschienen ist, wird unter anderem die Verwendung von Löthöckern beschrieben, um eine elektrische Verbindung zwischen einem keramischen Substrat und einem Chip vorzugeben. Eine Darstellung dieses Konzepts ist in Fig. 1 dieses Aufsatzes gezeigt. Die Verwendung von Löthöckern ist nunmehr dem Fachmann wohlbekannt und wird allgemein

benutzt. Wie in näheren Einzelheiten weiter unten im Zusammenhang mit Fig. 9 beschrieben wird, kann diese Technik bei der Konfiguration der Komponenten der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

Die US-A-4 086 533 beschreibt eine Halleffekt-Einrichtung zur Bestimmung der Winkelposition eines rotierenden Teiles. Die Einrichtung umfaßt erste und zweite parallel angeordnete Magnete, die einen symmetrischen Anregungsschaltkreis bilden, wobei ein Halleffekt-Element auf deren Achse angeordnet ist. Der rotierende Teil besitzt erste und zweite Elemente aus Weicheisenmaterial, die winkelmäßig versetzt sind, um abwechselnd an den ersten und zweiten Magneten vorbeizulaufen und erste und zweite entgegengesetzt gerichtete Magnetfeldübergänge an dem Halleffekt-Element zu erzeugen, wodurch ein Signal erzeugt wird, dessen Polarität sich umkehrt, um die Winkelposition des rotierenden Teils anzuzeigen.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Magnetfeldsensor anzugeben, der zwischen dem Vorhandensein und der Abwesenheit eines magnetischen Objektes unterscheiden kann, ohne daß sich das magnetische Objekt bewegen muß. Die Lösung dieser Aufgabe gelingt gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Sensors können den abhängigen Ansprüchen entnommen werden.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt einen ersten Magneten, welcher in einer ersten Richtung magnetisiert ist, die sich allgemein parallel zu einer ersten Achse und durch die ersten und zweiten Enden des ersten Magnetes erstreckt. Zusätzlich umfaßt der Sensor eine auf ein Magnetfeld ansprechende Komponente, wie beispielsweise ein Halleffekt-Element, das ein Ausgangssignal besitzt, welches die Stärke eines magnetischen Feldes anzeigt, das sich senkrecht zu einer Sensorebene der Komponente erstreckt. Die Sensorebene der magnetfeldabhängigen Komponente ist senkrecht zu einer zweiten Achse angeordnet, die sich durch die Komponente erstreckt. Die zweite Achse ist parallel zu der ersten Achse und gegenüber einer seitlichen Fläche des ersten Magneten versetzt. Alternative Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung können die Komponente in Nachbarschaft zu einer seitlichen Fläche des ersten Magneten oder alternativ vor dem ersten Ende des ersten Magneten entlang der zweiten Achse in einer Richtung weg von dem ersten Magneten anordnen. Eine alternative Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfaßt ferner einen zweiten Magneten, der in einer zweiten Richtung im allgemeinen parallel zu einer dritten Achse magnetisiert ist, die sich durch die ersten und zweiten Enden des zweiten Magneten erstreckt. Die ersten und dritten Achsen sind im allgemeinen parallel zueinander und die ersten und zweiten Richtungen entsprechen sich im allgemeinen.

Anhand der Figuren der beiliegenden Zeichnungen seien im folgenden Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Sensors beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 Die allgemeine Konfiguration eines Halleffekt-Elementes in einer bekannten Konzeption;

Fig. 2 eine grundlegende Konfiguration in Übereinstimmung mit dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 die Beziehung zwischen der Magnetfeldstärke und der physikalischen Position der Komponenten in Fig. 2;

Fig. 4A und 4B schematische Darstellungen, die benutzt werden, um den Effekt der Magnetfeldform auf das Signal zu beschreiben, das durch eine magnetfeldabhängige Komponente vorgegeben wird;

Fig. 5 verschiedene mögliche Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung in Zuordnung zu einem beweglichen magnetischen Objekt;

Fig. 6 eine alternative Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung, welche zwei Permanentmagneten umfaßt;

Fig. 7A und 7B die Beziehung verschiedener magnetischer Parameter zu den relativen physikalischen Positionen der magnetfeldempfindlichen Komponente und der Permanentmagneten gemäß Fig. 6; und

Fig. 8A—8E verschiedene unterschiedliche alternative Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung.

Bei der Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels sind gleiche Komponenten mit gleichen Bezugsziffern versehen.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Halleffekt-Elementes, wie sie im Stand der Technik bekannt sind. Ein Substrat 10 aus Halbleitermaterial ist mit Kontakten C1 und C2 versehen, die an eine Spannungsversorgung angeschlossen werden können, um ein Spannungspotential zwischen den Kontakten C1 und C2 vorzugeben und dadurch einen elektronischen Stromfluß durch das Substrat 10 von einem Kontakt zu dem anderen hervorzurufen. Zwei Sensorkontakte S1 und S2 sind vorgesehen, um die Messung eines Spannungspotentials dazwischen zu ermöglichen. Wenn ein magnetisches Feld  $B_H$  senkrecht zu dem Substrat 10 vorliegt, wie dies in Fig. 1 gezeigt ist, so beeinflußt das magnetische Feld den zwischen den Stromkontakten C1 und C2 fließenden Strom und ruft eine Veränderung in dem Spannungspotential zwischen den Sensorkontakten S1 und S2 hervor. Die Veränderung des Spannungspotentials zwischen den Sensorkontakten wird durch die Stärke der Komponente des magnetischen Feldes  $B_H$  in einer Richtung senkrecht zu einer im voraus definierten Sensorebene  $P_H$  beeinflußt, welche Sensorebene durch gestrichelte Linien in Fig. 1 dargestellt ist. Wie dem Fachmann wohl bekannt, verändern magnetische Felder, die sich durch das Halleffekt-Element in Richtungen erstrecken, die senkrecht zu der Sensorebene  $P_H$  verlaufen, das Spannungspotential zwischen den Sensorkontakten S1 und S2 und diese Potentialänderung kann gemessen werden und als ein Ausgangssignal verwendet werden, das die Stärke des magnetischen Feldes  $B_H$  senkrecht zu der Sensorebene  $P_H$  anzeigt. In der Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung und in den Figuren wird das Symbol  $B_H$  verwendet, um die Richtung des magnetischen Feldes zu definieren, welches zu einem positiven Ausgangssignal des Halleffekt-Elementes führt, das dem Symbol zugeordnet ist. Wenn ein Pfeil im Zusammenhang mit dem Symbol  $B_H$  verwendet wird, so stellt die Richtung des Pfeiles die Richtung des magnetischen Feldes dar, wobei dieses als positiv angesehen wird. Ein magnetisches Feld, welches sich in Bezug auf das Halleffekt-Element in entgegengesetzter Richtung zu dem Pfeil erstreckt, führt zu einem negativen Signal des Hallelementes. Obgleich diese Übereinkünfte in der folgenden Beschreibung verwendet werden, versteht es sich, daß die relative polare Zuordnung zwischen der magnetfeldempfindlichen Komponente und dem magnetischen Feld den Rahmen der vorliegenden Erfindung nicht beschränkt.

Fig. 2 veranschaulicht ein bevorzugtes Ausführungs-

beispiel der vorliegenden Erfindung in seiner grundlegenden Form. Ein Permanentmagnet 20 ist in einer ersten Richtung magnetisiert, die durch den Pfeil M dargestellt ist und die allgemein parallel zu einer ersten Achse 22 verläuft, welche sich durch die ersten und zweiten Enden des Permanentmagneten 20 erstreckt. Eine magnetfeldempfindliche Komponente 24, wie beispielsweise ein Halleffekt-Element ist mit ihrer Sensorebene  $P_H$  senkrecht zu einer zweiten Achse 26 angeordnet, die sich durch die magnetfeldempfindliche Komponente 24 erstreckt. Die zweite Achse 26 verläuft allgemein parallel zu der ersten Achse 22 und die zweite Achse 26 ist gegenüber einer Seitenfläche 28 des Permanentmagneten 20 um einen Abstand Y versetzt, wie dies in Fig. 2 gezeigt ist.

Unter fortgesetzter Bezugnahme auf Fig. 2 versteht es sich, daß eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die magnetfeldempfindliche Komponente 24 an irgendeiner Position entlang der zweiten Achse 26 anordnen kann. Beispielsweise kann die Sensorebene  $P_H$  von der Ebene einer Polfläche um einen Abstand X versetzt sein oder sie kann sich alternativ in koplanarer Zuordnung zu einer Polfläche des Magneten 20 oder in Nachbarschaft zu der Seitenfläche 28 befinden. In Abhängigkeit von der speziellen Anwendung des in Fig. 2 gezeigten Sensors ist irgendeine dieser alternativen Anordnungen der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 möglich.

Fig. 3 veranschaulicht die Beziehung zwischen der Position der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 in Fig. 2 und der Stärke und Richtung des magnetischen Feldes, das senkrecht zu ihrer Sensorebene  $P_H$  verläuft. Unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und 3 veranschaulicht die Abmessung Y die Verschiebung der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 von der Seitenfläche 28 und dies wird durch die horizontale Achse in Fig. 3 repräsentiert. Die vertikale Achse in Fig. 3 repräsentiert die Größe der senkrechten Komponente des magnetischen Feldes  $B_H$ , das durch die Sensorebene  $P_H$  verläuft. Wenn die magnetfeldempfindliche Komponente 24 relativ nahe zu der Seitenfläche 28 des Magneten angeordnet ist, so verläuft ein relativ großes magnetisches Feld senkrecht in einer positiven Richtung durch die Sensorfläche. Wie jedoch aus Fig. 3 erkennbar, nimmt die Größe ab und dreht sich unter Umständen um, wenn die magnetfeldempfindliche Komponente 24 von der Seitenfläche 28 wegbewegt wird. In Abhängigkeit von der Anwendung des Sensors kann der spezielle Ort der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 vorteilhafterweise ausgewählt werden, um die in Fig. 3 dargestellte Beziehung mit Vorteil auszunutzen.

Um den Grund für die Beziehung in Fig. 3 zu beschreiben, repräsentieren die Fig. 4A und 4B schematisch einen Teil des magnetischen Feldes des Permanentmagneten 20 bei zwei verschiedenen Zuständen. In Fig. 4A sind repräsentative Flußlinien 30 dargestellt, um ihre Richtung und Position, bezogen auf den Magneten 20 zu veranschaulichen. Wie zuvor erläutert, kann die Gegenwart eines magnetisch permeablen Materials in der Nähe eines Sensors dieses Typs die Form des magnetischen Feldes stören, das durch den Magneten vorgegeben wird. Die Position der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 in Bezug auf den Magneten 20 nutzt diese Störung aus, um auf die Gegenwart eines magnetisch permeablen Objektes in der Nähe des Sensors zu reagieren. Auf Grund der Position der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 in Bezug auf den Permanentmagneten 20 in Fig. 4A sind die Flußlinien

nach oben durch die magnetfeldempfindliche Komponente 24 von dem Nordpol des Magneten gerichtet. Die senkrechte Komponente des magnetischen Feldes besitzt daher eine spezielle Größe und Polarität, wenn das magnetische Feld in der in Fig. 4A gezeigten Form nicht gestört ist. Fig. 4B soll einen möglichen Effekt der Störung des magnetischen Feldes des Magneten 20 veranschaulichen. Wie durch ein Vergleich der Fig. 4A und 4B ersichtlich, wird das magnetische Feld nach innen zu der seitlichen Oberfläche 28 komprimiert und infolgedessen verläuft das Feld nach unten durch die magnetfeldempfindliche Komponente 24. Der Unterschied in der magnetischen Feldkonfiguration in den Fig. 4A und 4B resultiert sowohl in einer Veränderung der Polarität als auch in einer Veränderung der Größe der Feldstärke senkrecht zu der Sensorebene. Es versteht sich, daß nicht alle Störungen des magnetischen Feldes sowohl in einer Änderung der Größe als auch in einer Änderung der Polarität des magnetischen Feldes resultieren. Dies ist eine Funktion des besonderen Ortes der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 in Bezug auf die seitliche Oberfläche 28 und die Polfläche des Permanentmagneten 20 und zusätzlich eine Funktion der speziellen Position eines magnetisch permeablen Objektes, das in der Nähe des Sensors vorbeiläuft. Im allgemeinen verändert sich die Differenz in der magnetischen Feldstärke senkrecht zu der Sensorebene der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 in einer Weise, wie sie allgemein in Fig. 3 dargestellt ist, wo eine erste durch die Kurve 40 repräsentierte magnetische Feldstärke auf die vermindert wird, wie sie durch die Kurve 42 dargestellt ist. Wie erkennbar, wird die Position der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 festlegen, ob diese eine Abnahme in der Größe des magnetischen Feldes erfährt, wie dies durch die Position 44 repräsentiert ist oder eine Umkehrung in der Polarität des komplexen magnetischen Feldes, wie dies durch die Position 46 repräsentiert ist. Es versteht sich, daß die Darstellungen in den Fig. 3, 4A und 4B höchst schematisch sind und daß nicht beabsichtigt ist, daß diese eine vollständige Erläuterung des magnetischen Phänomens geben, welches auftritt, wenn ein magnetisches Objekt sich an dem Sensor in der Nähe vorbeibewegt.

Fig. 5 veranschaulicht verschiedene mögliche Anwendungen der vorliegenden Erfindung. Die magnetfeldempfindliche Komponente 24 ist an einem Ort in Bezug auf den Permanentmagneten 20 angeordnet, ähnlich wie dies in Fig. 2 dargestellt und zuvor beschrieben wurde. Zusätzlich wird der Permanentmagnet 20 in einer ersten Richtung magnetisiert, die durch den Pfeil M dargestellt ist und allgemein parallel zu einer ersten Achse verläuft, die sich durch die ersten und zweiten Enden des Permanentmagneten erstreckt. Ein magnetisches Objekt 50 ist in der Nähe der seitlichen Oberfläche 28 des Magneten veranschaulicht. Wenn daß magnetische Objekt 50 in Bezug auf den Permanentmagneten 20 und die magnetfeldempfindliche Komponente 24 in der in Fig. 5 gezeigten Position angeordnet ist, so beeinflußt es die Form des magnetischen Feldes und ruft eine Veränderung in der Magnetfeldstärke senkrecht zu der Sensorebene  $P_H$  der magnetfeldempfindlichen Komponente hervor. In Abhängigkeit von dem genauen Ort des magnetischen Objekts 50 und den relativen Positionen der magnetfeldempfindlichen Komponente und des Permanentmagneten kann ebenfalls eine Umkehrung der Polarität des Magnetfeldes auftreten, das sich senkrecht durch die magnetfeldempfindliche Komponente erstreckt, wie dies zuvor beschrieben wurde. Es

versteht sich, daß das magnetische Objekt 50 sich relativ zu seiner Position in Fig. 5 bewegen kann, indem es um eine Achse 54 mit einem wirksamen Radius R2 dreht oder alternativ um eine Achse 56 mit einem wirksamen Radius R1 dreht. Jede Art von Bewegung wird periodisch das magnetische Objekt 50 in einer Sensorzone des Sensors anordnen.

Unter fortgesetzter Bezugnahme auf Fig. 5 ist ein alternatives magnetisches Objekt 58 in der Nähe einer Polfläche des Permanentmagneten 20 dargestellt. Das magnetische Objekt 58 kann um eine Achse 60 mit einem effektiven Radius R3 oder alternativ um eine Achse 62 mit einem effektiven Radius R4 gedreht werden. Es versteht sich, daß die zwei magnetischen Objekte 50 und 58, die in Fig. 5 dargestellt sind, für die Darstellung verwendet werden, um eine alternative Beziehung zwischen dem Sensor und dem Objekt zu zeigen und keine Beschränkungen darstellen in Bezug auf die möglichen Verwendungen der vorliegenden Erfindung. Die alternativen Positionen der magnetischen Objekte in Fig. 5 und die möglichen Arten der Bewegung, wie sie zuvor beschrieben wurden, repräsentieren ein beschränktes Beispiel innerhalb der vielen Möglichkeiten, durch die ein magnetisches Objekt zu oder von dem Sensor bewegt werden kann in einer Weise, welche die Form des magnetischen Feldes verändert, das durch den Permanentmagneten vorgegeben wird und das durch den Ausgang der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 erfaßt werden kann.

Fig. 6 zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei ein zweiter Permanentmagnet 70 in der dargestellten Weise mit dem ersten Permanentmagneten 20 kombiniert ist. Der zweite Permanentmagnet 70 ist in einer ersten Richtung allgemein parallel zu einer Achse 72 magnetisiert, die sich durch die ersten und zweiten Enden in der dargestellten Weise erstreckt. Die Richtung der Magnetisierung des zweiten Magneten ist durch den Pfeil M' angezeigt. Die ersten und zweiten Permanentmagneten sind durch einen Abstand W voneinander getrennt und die magnetfeldempfindliche Komponente 24 ist so angeordnet, daß sich die zweite Achse 26 durch sie erstreckt und senkrecht zu ihrer Sensorebene angeordnet ist. Ein magnetisches Objekt 74 mit einem Zahn 76 ist um einen Drehpunkt 78 drehbar angeordnet, um den Zahn 76 periodisch innerhalb der Sensorzone des Sensors anzuordnen, der die zwei Permanentmagnete 20 und 70 und die magnetfeldempfindliche Komponente 24 umfaßt. Der Zahn 76 ist in der durch die Pfeile R angezeigten Richtung drehbar. Der Zahn verläuft in der Nähe der magnetisch empfindlichen Komponente 24 mit einem minimalen dargestellten Luftspalt G.

Die Fig. 7A und 7B repräsentieren verschiedene Parameter der in Fig. 6 gezeigten Anordnung. In Fig. 6 ist die magnetfeldempfindliche Komponente 24 auf der zweiten Achse 26 angeordnet und sie ist mit ihrer Sensorebene  $P_H$  im allgemeinen koplanar mit den Polflächen an den Nordpolen der ersten und zweiten Permanentmagneten 20 und 70 dargestellt. Es versteht sich jedoch, daß die magnetfeldempfindliche Komponente 24 in alternativen Positionen entlang der Achse 26 angeordnet werden kann. Um den magnetischen Effekt von Änderungen in der Position der magnetfeldempfindlichen Komponente entlang ihrer Achse 26 zu veranschaulichen, stellen die Fig. 7A und 7B die Veränderungen in bestimmten magnetischen Parametern dar, die als eine Funktion der Position entlang der Achse 26 veranschaulicht sind. Wie aus Fig. 6 erkennbar, ist die Ebene

der Südpolflächen der Magnete als Nullpunkt ausgewählt worden mit negativen X-Abmessungen in Millimetern, die sich von diesem Punkt nach links erstrecken und positiven X-Abmessungen, die sich nach rechts erstrecken. Eine Reihe von Testsimulationen ist ausgeführt worden, um den magnetischen Effekt von Änderungen in der Position der magnetfeldempfindlichen Komponente entlang seiner Achse 26 festzulegen. In Fig. 7A repräsentiert die vertikale Achse die Feldstärke senkrecht zu der Sensorebene  $P_H$  der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 in Fig. 6 bei zwei unterschiedlichen Zuständen. Die Kurve 82 repräsentiert die Veränderung in der magnetischen Feldstärke senkrecht zu der Sensorebene als eine Funktion des Abstandes x, wobei sich kein magnetisches Objekt in der Nähe des Sensors befindet. Mit anderen Worten repräsentiert die Kurve 82 den Effekt der Bewegung der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 entlang der Achse 26, wobei sich kein Zahn 76 in der in Fig. 6 gezeigten Position befindet. Die Kurve 84 in Fig. 7A repräsentiert den Effekt der Bewegung der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 entlang der Achse 26 mit einem magnetischen Objekt, wie beispielsweise dem Zahn 76 in der in Fig. 6 gezeigten Position. Die gestrichelte Linie 80 in den Fig. 7A und 7B repräsentiert die Nullposition in der Ebene der Polflächen beider Permanentmagnete. Die negativen Abmessungen in Fig. 7A und 7B repräsentieren die Bewegung der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 nach links in Fig. 6 und umgekehrt repräsentieren die positiven Abmessungen auf der Horizontalachse die Bewegung der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 nach rechts in Fig. 6. Wie ersichtlich, beginnen die Kurven 82 und 84 meßbar auseinanderzulaufen, wenn die magnetfeldempfindliche Komponente an einem Ort angeordnet ist, der geringfügig rechts von einer Position ungefähr 7 Millimeter links von den Südpolflächen 80 liegt.

Fig. 7B repräsentiert die Differenz in der magnetischen Feldstärke zwischen den Größen der Kurven 82 und 84. Die Kurve 88 in Fig. 7B stellt das algebraische Ergebnis der Subtraktion des Wertes der Kurve 82 von dem Wert der Kurve 84 dar und repräsentiert daher die Veränderung in dem magnetischen Feld, das durch die magnetfeldempfindliche Komponente 24 bei Vorhandensein und Abwesenheit eines magnetischen Objektes in der Sensorzone des Sensors erfaßt werden kann. Natürlich macht es eine größere absolute Höhe des Wertes der Kurve 88 leichter, zwischen dem Vorhandensein und der Abwesenheit eines Zahnes zu unterscheiden. Andere Betrachtungen sind jedoch ebenfalls von Bedeutung bei der Anordnung der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 in Bezug auf die zwei Permanentmagnete. Beispielsweise kann es erwünscht sein, eine allgemein symmetrische bipolare Beziehung zwischen den Signalen zu erzielen, wenn der Zahn vorhanden ist und wenn der Zahn abwesend ist. Beispielsweise stellt die gestrichelte Linie 90 die magnetische Feldstärke mit der Größe Null in Fig. 7A dar. Wie ersichtlich, resultiert die Anordnung der magnetfeldempfindlichen Komponente in der durch die gestrichelte Linie 92 repräsentierten Position in einer im allgemeinen symmetrischen Verschiebung in der magnetischen Feldstärke nach positiven und negativen Werten zwischen dem Vorhandensein und der Abwesenheit des magnetischen Objektes. Obgleich die absolute Differenz zwischen einem Zahn und einer Lücke durch die Auswahl des Ortes 92 nicht maximiert ist, wird hierdurch eine ausreichende Magnetfelddifferenz erzielt, um die Unterscheidung zwi-

schen einem Zahn und einer Lücke zu ermöglichen oder anders ausgedrückt, zwischen dem Vorhandensein eines magnetischen Objektes und der Abwesenheit eines magnetischen Objektes. Diese Differenz wird durch die gestrichelte Linie 92 dargestellt und ist geringfügig kleiner als 0,5 mm nach links von der Ebene der Polflächen in Fig. 6.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 6, 7A und 7B versteht es sich, daß die in Fig. 6 gezeigte Anordnung für die Zwecke des Tests der Feldstärken unter verschiedenen Bedingungen ausgewählt wurde. In einem speziellen empirischen Test waren die zwei Permanentmagnete jeweils ungefähr 15,0 mm lang und 4,0 mm breit. Zusätzlich waren die zwei Magnete mit ungefähr 4,57 mm zwischen ihren benachbarten seitlichen Oberflächen angeordnet. Mit anderen Worten war die Dimension W in Fig. 6 ungefähr 4,57 mm. Der Luftspalt G war ungefähr 2,0 mm und die zwei Magnete 20 und 70 waren ungefähr 5 mm dick und waren Permanentmagnete aus Alnico 8. Das drehbare magnetische Objekt 74 hatte einen Durchmesser von 47,5 mm und eine Dicke von 5 mm. Es umfaßt acht in gleichem Abstand angeordnete Zähne, wie beispielsweise der in Fig. 6 dargestellte Zahn 76 und die Zähne waren um 22,5 Grad beabstandet mit einer Lückentiefe von 10 mm. Es versteht sich, daß die unmittelbar zuvor beschriebenen Abmessungen für die Zwecke der Festlegung der empirischen Resultate der vorliegenden Erfindung ausgewählt wurden und daß diese nicht die Struktur des Sensors beschränken.

Die Fig. 8A—8E stellen alternative Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung dar. In Fig. 8A sind zwei Permanentmagnete 20 und 70 in Bezug auf die magnetfeldempfindliche Komponente 24 in einer Weise angeordnet, die allgemein der ähnlich ist, die in der Fig. 6 dargestellt und zuvor beschrieben wurde. In Fig. 8B ist andererseits ein zusätzliches Polstück in Kontakt mit den zweiten Enden der zwei Permanentmagnete 20 und 70 angeordnet. Das Polstück 100 kann ein Material mit hoher magnetischer Permeabilität umfassen. Die in Fig. 8C dargestellte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfaßt einen U-förmigen Magneten 102 mit Armen 104 und 106, die die Funktionen der Permanentmagnete 20 und 70 entsprechend übernehmen. Die magnetfeldempfindliche Komponente 24 ist zwischen diesen zwei Armen 104 und 106 des U-förmigen Magneten angeordnet. Fig. 8D veranschaulicht einen L-förmigen Magneten, der zwei Arme 108 und 110 aufweist. Während die magnetfeldempfindliche Komponente 24 nicht zwischen den zwei Armen des Magneten zentriert ist, ist sie in einem Bereich angeordnet, in dem die magnetischen Felder beider Arme einen magnetischen Effekt auf das Feld besitzen, das senkrecht durch die Sensorebene der magnetfeldempfindlichen Komponente verläuft. In Fig. 8E ist ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt, das allgemein ähnlich dem in Fig. 8B ist, wobei die Permanentmagneten 20 und 70 und das Polstück 100 in der dargestellten Weise angeordnet sind, wobei er aber eine zusätzliche magnetisch permeable Komponente 120 unterhalb der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 und zwischen den zwei Permanentmagneten angeordnet ist.

Jedes der alternativen Ausführungsbeispiele, die in den Fig. 8A—8E dargestellt sind, weist bestimmte Vorteile für bestimmte Anwendungsfälle auf. Die Permanentmagnete und die Polstücke sind in Positionen angeordnet, welche vorteilhafterweise das magnetische Feld formen, um die differentielle Feldstärke beim Vorhandensein eines magnetischen Objektes an einem be-

stimmten Ort und bei seiner nachfolgenden Abwesenheit an diesem Ort auf ein Maximum zu bringen. Es versteht sich, daß alle Ausführungsformen, die in den Fig. 8A—8E dargestellt sind innerhalb des Rahmens der vorliegenden Erfindung liegen.

Die vorliegende Erfindung gibt einen magnetischen Sensor vor, der zwischen dem Vorhandensein und der Abwesenheit eines magnetischen Objektes innerhalb seiner Feststellzone unterscheiden kann, ohne daß es erforderlich ist, das magnetische Objekt zu bewegen. Diese Charakteristik wird durch den Fachmann als eine Anfahrererkennung bezeichnet. Mit anderen Worten kann die vorliegende Erfindung feststellen, ob ein magnetisches Objekt, wie beispielsweise ein Getriebezahn sich innerhalb der Feststellzone befindet oder nicht, sobald Spannung an den Sensor angelegt wird.

Um diese Charakteristik zu veranschaulichen, zeigt Fig. 9 einen Sensor, der gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde und der schematisch in der Nähe einer Zahnstange 153 angeordnet ist. Ferner ist in Fig. 9 eine graphische Darstellung der magnetischen Feldstärke gezeigt, die einer Halleinrichtung senkrecht zu der Sensorebene auferlegt wird. Die magnetfeldempfindliche Komponente 24 ist in Bezug auf einen Permanentmagneten 20 angeordnet und mit einem keramischen Substrat 152 befestigt. Die Kurven 154 und 156 repräsentieren die magnetischen Feldstärken für relativ kleine und große Luftspalte. Wie erkennbar, verändert sich die Variation in der magnetischen Feldstärke direkt mit der Position des Zahns 157. Dies gestattet die Verwendung einer Schwellwertgröße, wie beispielsweise den Pegel 160 oder den Pegel 162, um das Vorhandensein oder die Abwesenheit eines Zahnes in der Nähe der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 zu erkennen. Auf diese Weise kann der Sensor das Vorhandensein oder die Abwesenheit eines magnetischen Objektes, wie beispielsweise den Getriebezahn feststellen, sobald Spannung an den Sensor angelegt wird.

Unter fortgesetzter Bezugnahme auf Fig. 9 ist ersichtlich, daß die magnetfeldempfindliche Komponente 24 sich geringfügig oberhalb der unteren Polfläche des Magneten 20 im Gegensatz zu der schematischen Darstellung in Fig. 2 befindet. Es ist entdeckt worden, daß die relativen Positionen des Magneten 20 und der magnetfeldempfindlichen Komponente 24 für Einrichtungen verschieden sind, die Magnete aus Alnico und aus seltenen Erden benutzen. Beispielsweise benutzt eine Einrichtung, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist, typischerweise einen Alnico-Magneten und eine Einrichtung, wie sie in Fig. 9 dargestellt ist, benutzt typischerweise einen Magneten aus seltenen Erden. Es versteht sich jedoch, daß viele alternative Positionen des Permanentmagneten und der magnetfeldempfindlichen Einrichtung innerhalb des Rahmens der vorliegenden Erfindung liegen. Es versteht sich ferner, daß in Abhängigkeit von den Anforderungen der Sensoranwendung die zuvor als X und Y bezeichneten Dimensionen besonders ausgewählt werden können, um das Ansprechverhalten der magnetfeldempfindlichen Komponente auf ein Maximum zu bringen.

In einem speziellen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wie beispielsweise in dem in Fig. 9 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die magnetfeldempfindliche Komponente 24 auf dem keramischen Substrat beabstandet, indem anfänglich Löthöcker auf dem Substrat aufgebracht werden und sodann die magnetfeldempfindliche Komponente 24, wie beispielswei-



se eine Halleffekt-Einrichtung auf den Löthöckern angeordnet wird. Die Höhe der Löthöcker kann benutzt werden, um die Höhe der magnetfeldempfindlichen Komponente auf der Oberfläche des keramischen Substrats einzustellen. Wenn die Polfläche des Permanentmagneten 20 auf der gleichen Oberfläche des keramischen Substrats angeordnet ist, so kann die Position der magnetfeldempfindlichen Komponente genau in Bezug auf die Polfläche eingestellt werden.

#### Patentansprüche

1. Sensor, gekennzeichnet durch:  
einen ersten Magneten (20), der in einer ersten Richtung (M) magnetisiert ist, die im allgemeinen parallel zu einer ersten Achse (22) verläuft, welche sich durch die ersten und zweiten Enden des Magneten erstreckt; und  
eine magnetfeldempfindliche Komponente (24) mit einem Ausgangssignal entsprechend der Stärke eines magnetischen Feldes ( $B_H$ ), das sich senkrecht zu einer Sensorebene ( $P_H$ ) der Komponente erstreckt, wobei die Sensorebene senkrecht zu einer zweiten Achse (26) versetzt ist, die sich durch die Komponente (24) erstreckt und wobei die zweite Achse (26) parallel zu der ersten Achse (22) ist und gegenüber einer Seitenfläche (28) des ersten Magneten (20) versetzt ist.
2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetfeldempfindliche Komponente eine Halleffekt-Einrichtung (24) ist.
3. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponente (24) benachbart zu der Seitenfläche des ersten Magneten (20) angeordnet ist.
4. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Magnet ein Permanentmagnet (20) ist.
5. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponente (24) gegenüber dem ersten Ende des ersten Magneten (20) in einer Richtung weg von dem ersten Magneten versetzt ist.
6. Sensor nach Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch:  
einen zweiten Magneten (70), der in einer zweiten Richtung ( $M'$ ) magnetisiert ist, die im allgemeinen parallel zu einer dritten Achse (72) verläuft, die sich durch die ersten und zweiten Enden des zweiten Magneten erstreckt, wobei die ersten und dritten Achsen im allgemeinen parallel zueinander verlaufen und die ersten und zweiten Richtungen im allgemeinen zueinander gleich sind.
7. Sensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Achse (26) zwischen den ersten und dritten Achsen (22, 72) angeordnet ist.
8. Sensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten Magnete (20, 70; 104, 106) Beine einer U-förmigen Magnetstruktur sind.
9. Sensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetfeldempfindliche Komponente (24) ein magnetisches Widerstandselement ist.
10. Sensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten Magnete (108, 110) Beine eines L-förmigen Permanentmagneten sind.
11. Sensor nach Anspruch 6, ferner gekennzeichnet durch ein magnetisch permeables Polstück (100), das mit den zweiten Enden der ersten und zweiten

Magnete (20, 70) verbunden ist.

12. Sensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten Richtungen zueinander konvergent sind.

13. Sensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten Richtungen zueinander divergent sind.

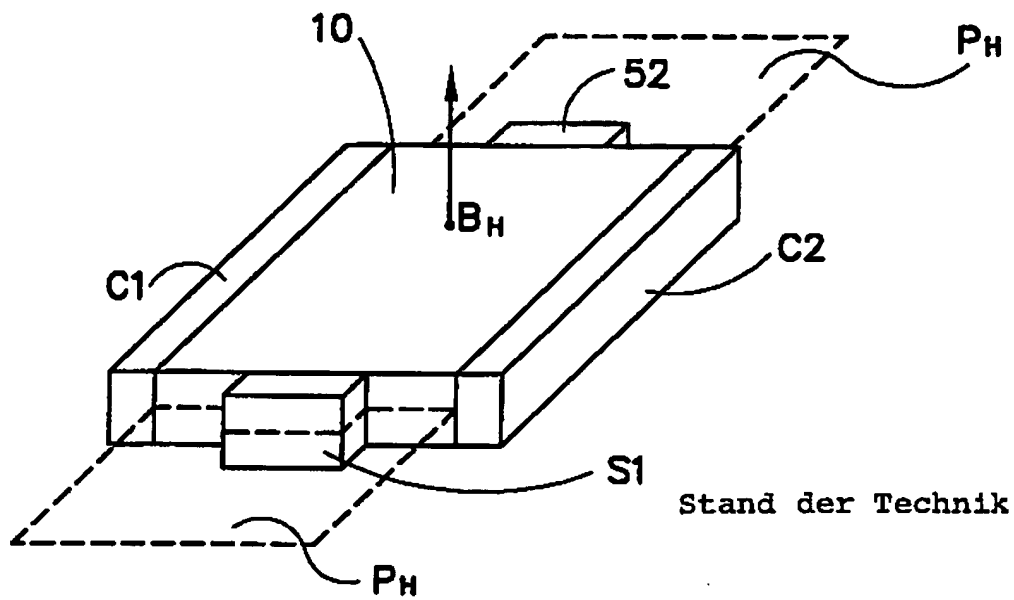
---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

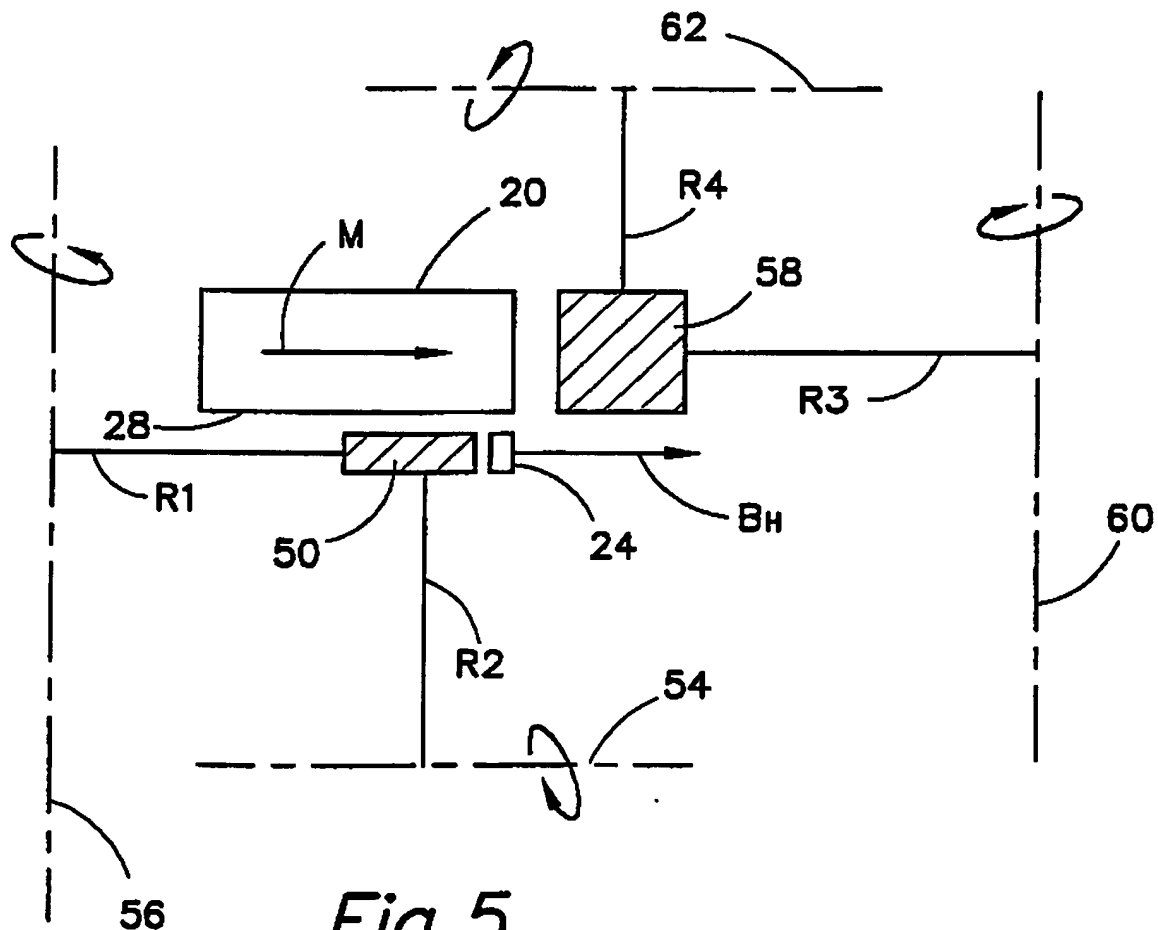
---



- Leerselte -



*Fig. 1*



*Fig. 5*

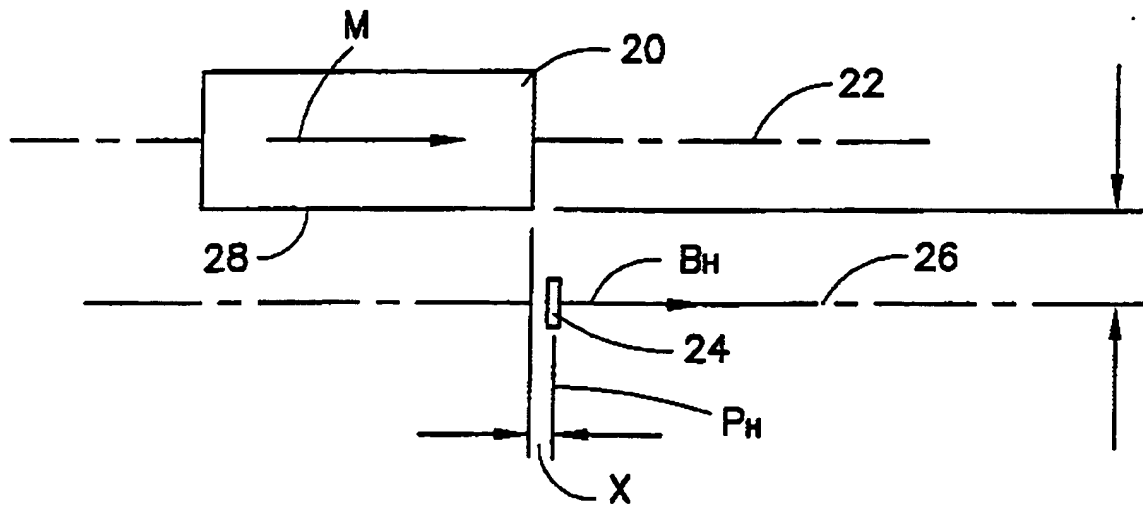


Fig. 2

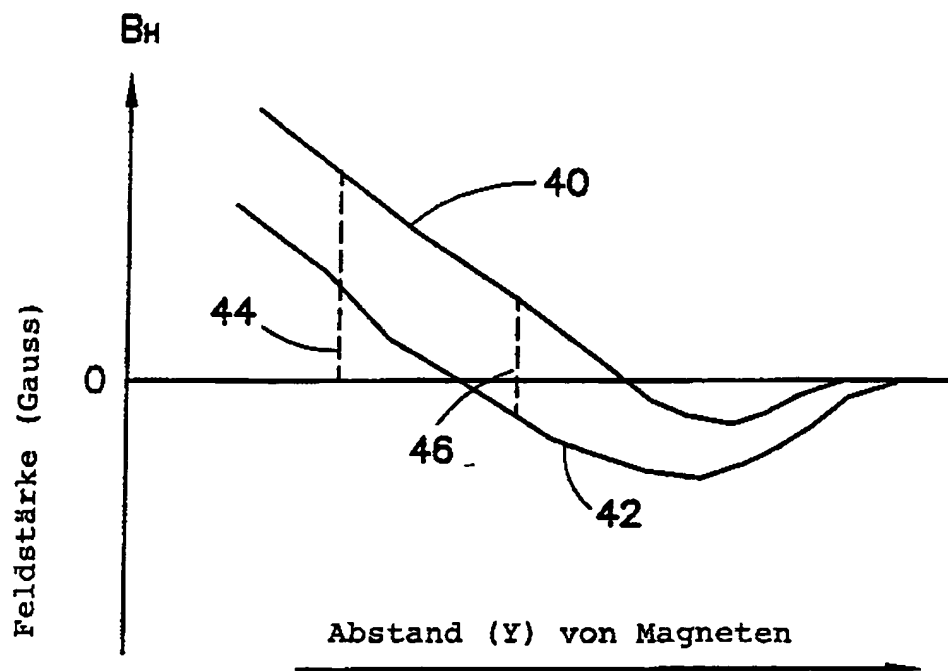
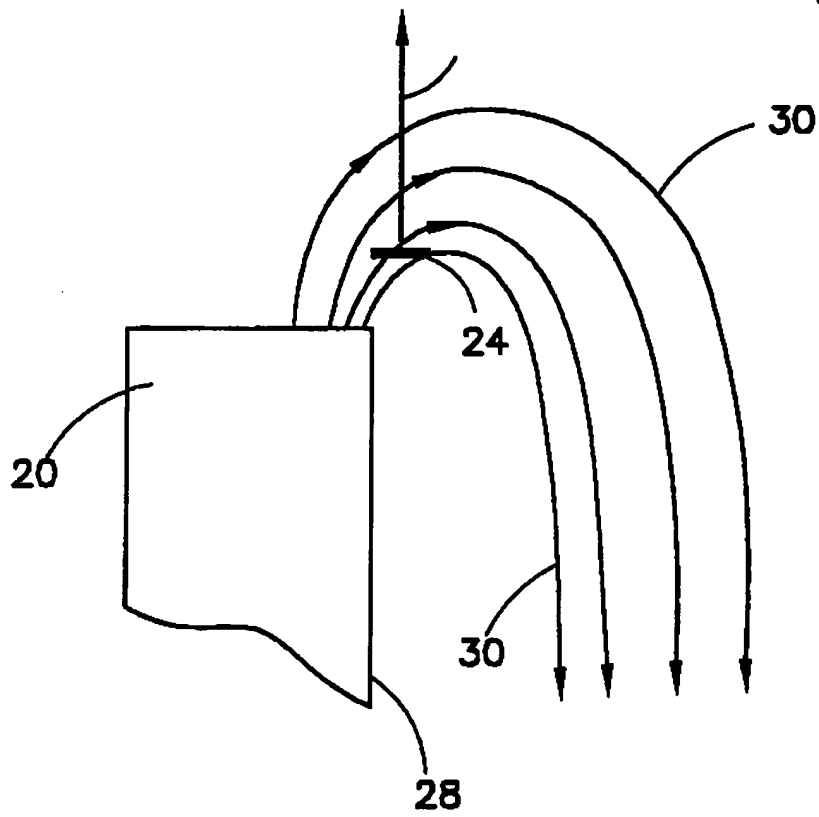
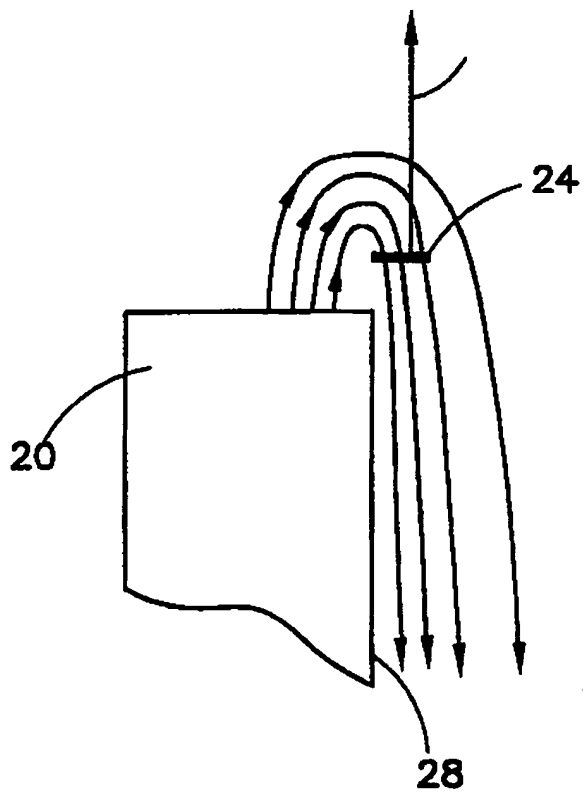


Fig. 3



*Fig. 4A*



*Fig. 4B*

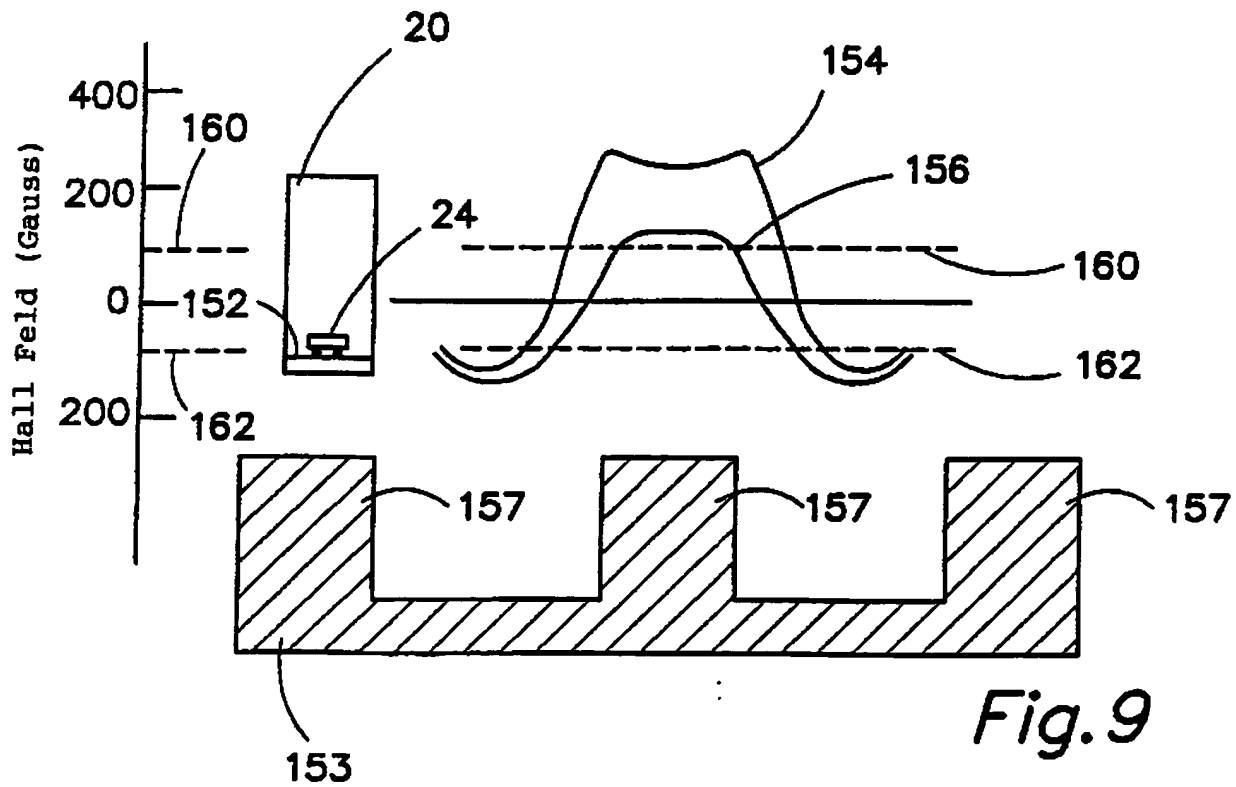
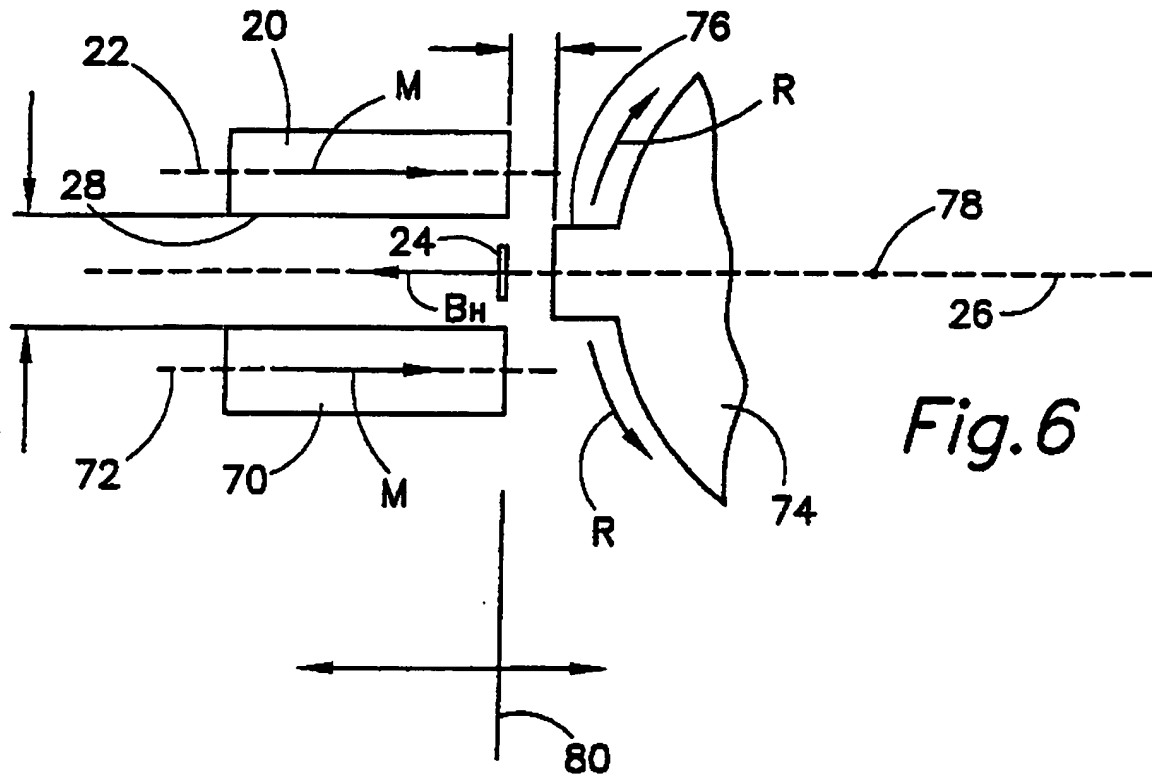


Fig. 7A

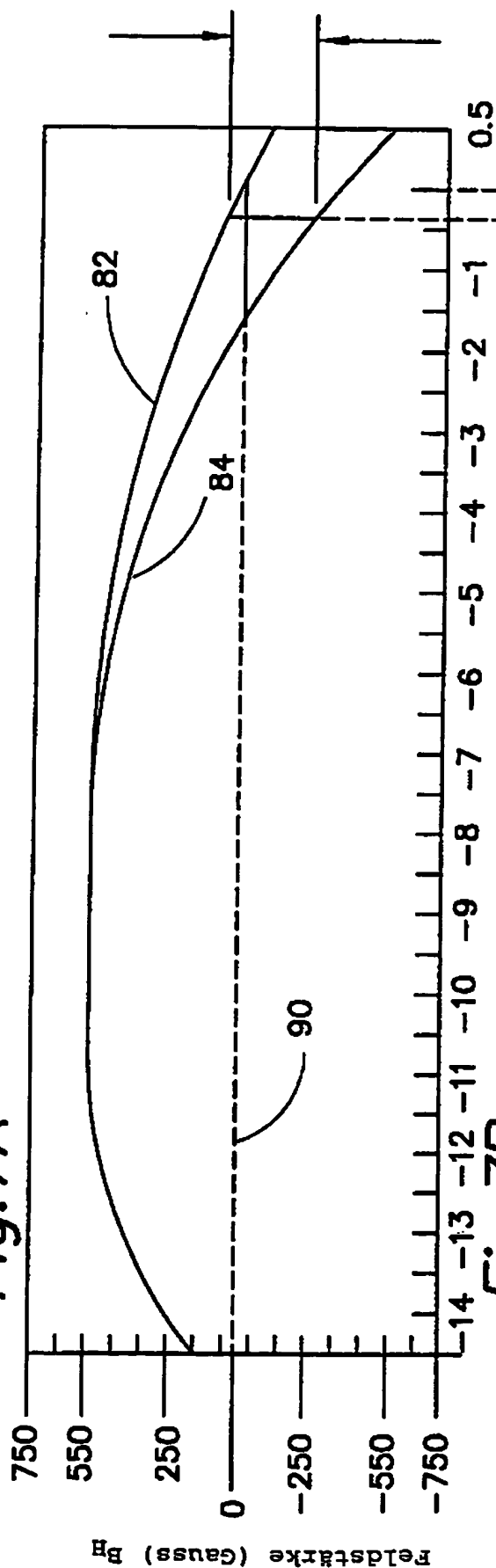
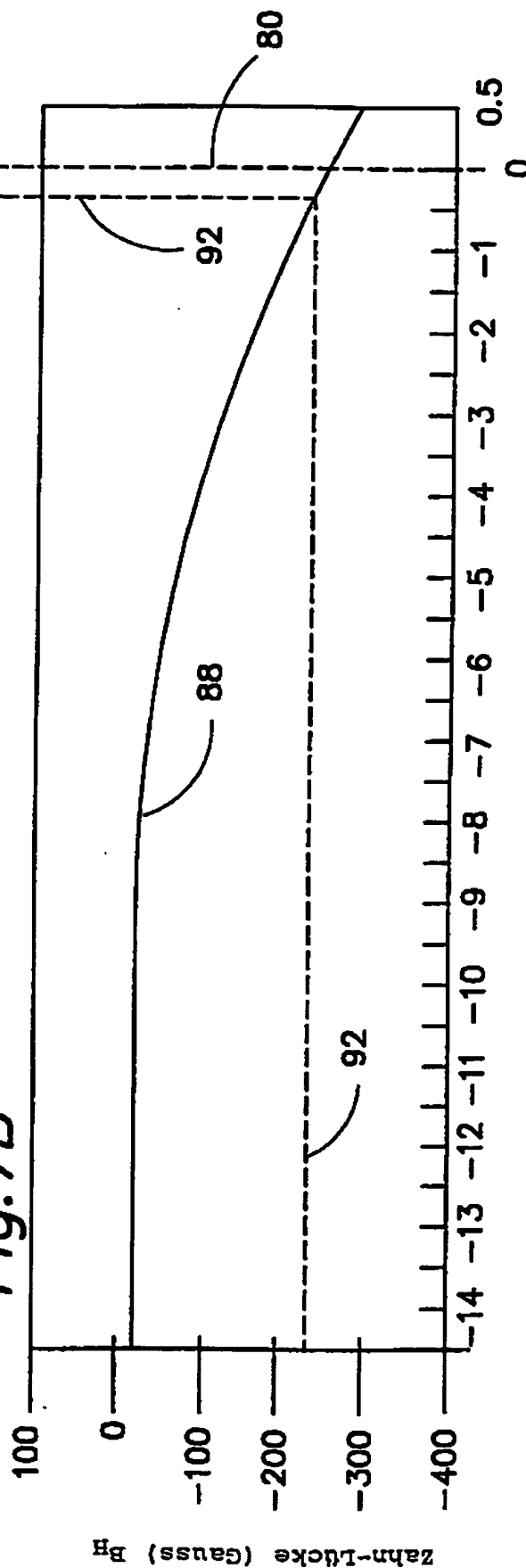
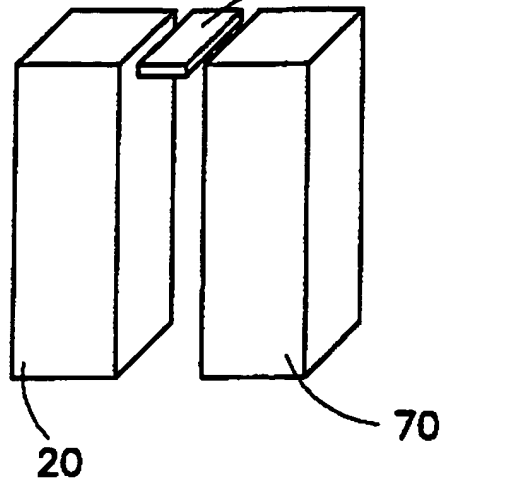


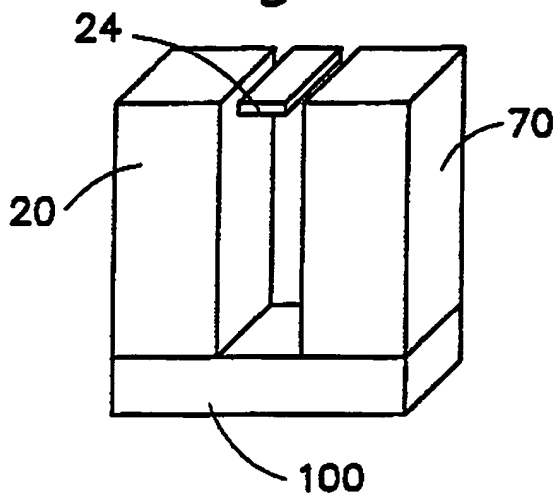
Fig. 7B



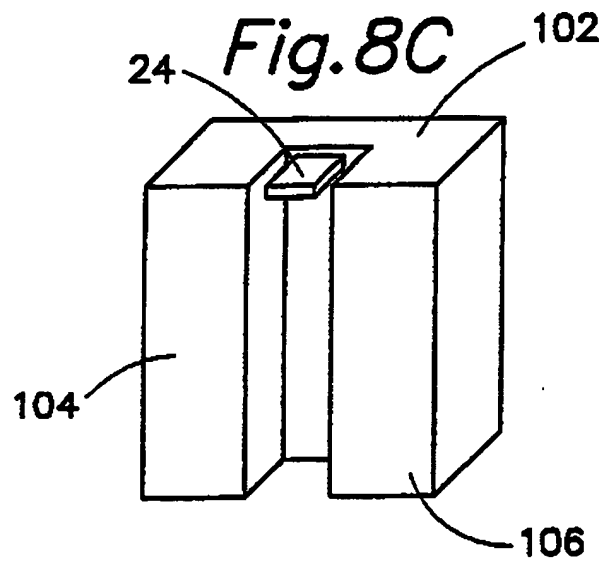
*Fig. 8A*



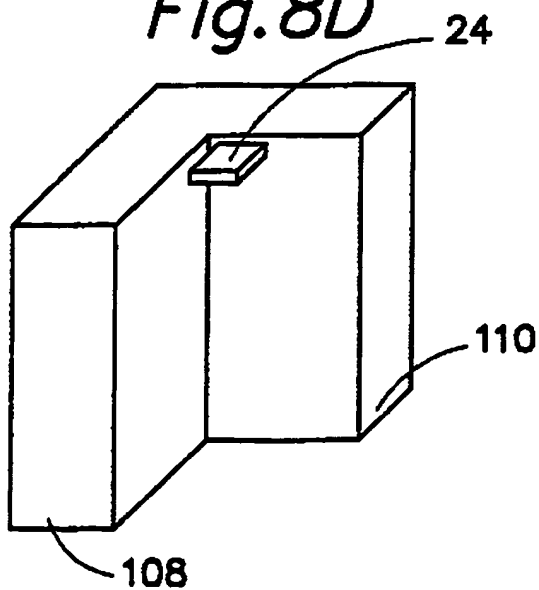
*Fig. 8B*



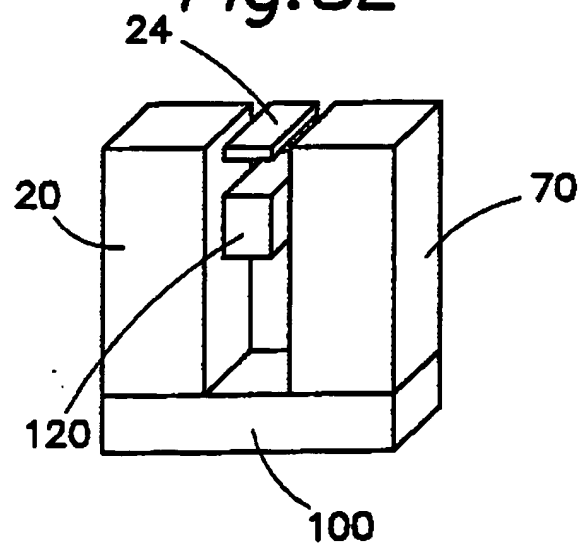
*Fig. 8C*



*Fig. 8D*



*Fig. 8E*





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**